

**PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN *HOLDING TIME***  
**DENGAN MEDIA *QUENCHING* OLI MESRAN SAE 40**  
**TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN BAJA ASSAB 760**

**Ihsan Gata Bangsawan**

**Suharno, S.T., M.T. & Budi Harjanto, S.T., M.Eng.**

Prodi. Pendidikan Teknik Mesin , Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan, FKIP, UNS  
Kampus UNS Pabelan, Jl. Ahmad Yani 200, Surakarta, Tlp/Fax 0271 718419

(ihsan\_zeta@yahoo.com)

**ABSTRACT**

*The purpose of this study was (1) Determine the influence of temperature variation with quenching media Mesran SAE 40 oil to microstructure and hardness of carbon steel ASSAB 760, (2) Knowing the effect of holding time variation with quenching media Mesran SAE 40 oil to microstructure and hardness of carbon steel ASSAB 760, (3) Knowing the interaction of temperature variation and holding time variation with quenching media Mesran SAE 40 oil to microstructure and hardness of carbon steel ASSAB 760.*

*This research uses experimental methods. Objects in this study is ASSAB 760 medium carbon steel, the product of the Associated Swedish Steels AB (Assab Steels) Stockholm, Sweden, with the chemical content of 0.50% C, 0.60% Mn, 0.30% Si and 0.04 S %. Data analysis techniques in this study using descriptive data analysis results graphically illustrate the tables, histograms, graphics, and images of microstructures. As an input parameter in analyzing the data include: temperature variation (800 °C, 840 °C, and 880 °C), holding time variation (15 minutes, 25 minutes, and 35 minutes), microstructure, and hardness.*

*The results showed a change in the level of hardness and the microstructure formed. From the hardness test results obtained the highest level of hardness in the specimen temperature 800 °C with holding time of 35 minutes 27.66 HRC consecutive lows towards the specimen temperature of 840 °C with holding time 35 min and temperature of specimens 880 °C with holding time of 35 minutes 24.33 HRC, 840 °C specimen temperature and holding time 25 minutes at 24 HRC, the specimen temperature of 880 °C with holding time of 25 minutes 23.33 HRC, specimen temperature of 840 °C with holding time of 15 minutes 22.33 HRC, the specimen temperature 800 °C with holding time 25 minutes at 22 HRC, the specimen temperature of 880 °C with holding time of 15 minutes 21.33 HRC, specimen temperature of 800 °C with holding time of 15 minutes 19.33 HRC, and the lowest rate is specimens of raw material 8 HRC . Microstructure test shows microstructure of raw materials consists of ferrite and pearlite with impartial large crystals form and in accordance with the carbon content of 0.50 % and in the group of the hardening specimens with quenching media Mesran SAE 40 oil, new microstructure is obtained martensite is the main structure in increasing steel hardness .*

*From the research it can be concluded that the variation of temperature and holding time variation with quenching media Mesran SAE 40 oil can change the microstructure and increases hardness of steel ASSAB 760 with the highest hardness value of the specimen temperature of 800 °C with holding time of 35 minutes 27.66 HRC.*

**Keywords:** *temperature variation, holding time variation, microstructure, hardness*

## ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah (1) Mengetahui pengaruh variasi temperatur dengan media *quenching* oli Mesran SAE 40 terhadap struktur mikro dan kekerasan baja karbon ASSAB 760, (2) Mengetahui pengaruh variasi *holding time* dengan media *quenching* oli Mesran SAE 40 terhadap struktur mikro dan kekerasan baja karbon ASSAB 760, (3) Mengetahui interaksi variasi temperatur dan variasi *holding time* dengan media *quenching* oli Mesran SAE 40 struktur mikro dan kekerasan baja karbon ASSAB 760.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Obyek dalam penelitian ini menggunakan baja karbon sedang ASSAB 760, produk dari *Associated Swedish Steels AB* (*Assab Steels*) Stockholm, Swedia, dengan kandungan kimia 0,50 % C, 0,60 % Mn, 0,30 % Si dan 0,04 S %. Teknik Analisa data dalam penelitian ini menggunakan analisis data deskriptif yaitu menggambarkan hasil penelitian secara grafis dalam tabel, histogram, grafik dan foto struktur mikro. Sebagai parameter input pada penganalisan data meliputi : variasi temperatur (800 °C, 840 °C, dan 880 °C), variasi *holding time* (15 menit, 25 menit, dan 35 menit), struktur mikro, dan kekerasan.

Hasil penelitian menunjukkan adanya perubahan tingkat kekerasan dan struktur mikro yang terbentuk. Dari hasil pengujian kekerasan didapatkan tingkat kekerasan tertinggi pada spesimen temperatur 800 °C dengan *holding time* 35 menit sebesar 27,66 HRC berturut-turut menuju posisi terendah yaitu spesimen temperatur 840 °C dengan *holding time* 35 menit dan spesimen temperatur 880 °C dengan *holding time* 35 menit sebesar 24,33 HRC, spesimen temperatur 840 °C dengan *holding time* 25 menit sebesar 24 HRC, spesimen temperatur 880 °C dengan *holding time* 25 menit sebesar 23,33 HRC, spesimen temperatur 840 °C dengan *holding time* 15 menit sebesar 22,33 HRC, spesimen temperatur 800 °C dengan *holding time* 25 menit sebesar 22 HRC, spesimen temperatur 880 °C dengan *holding time* 15 menit sebesar 21,33 HRC, spesimen temperatur 800 °C dengan *holding time* 15 menit sebesar 19,33 HRC, dan paling rendah spesimen *raw material* sebesar 8 HRC. Pengujian struktur mikro menunjukkan struktur mikro *raw materials* terdiri dari ferit dan perlit dengan bentuk dan besar kristal yang berimbang sesuai dengan kandungan karbon yang sebesar 0,50 % dan pada kelompok spesimen *hardening* yang di *quench* dengan oli Mesran SAE 40 didapatkan struktur mikro baru yaitu martensit yang merupakan struktur utama dalam peningkatan kekerasan baja. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa variasi temperatur dan variasi *holding time* dengan media *quenching* oli Mesran SAE 40 dapat mengubah struktur mikro dan meningkatkan kekerasan dari baja ASSAB 760 dengan nilai kekerasan tertinggi pada spesimen temperatur 800 °C dengan *holding time* 35 menit sebesar 27,66 HRC.

**Kata Kunci:** variasi temperatur, variasi *holding time*, struktur mikro, kekerasan

## A. PENDAHULUAN

Sejarah peradaban manusia selalu mengalami perkembangan, terutama di bidang sains dan teknologi. Penggunaan bahan logam di semua jenis peralatan yang digunakan di kehidupan manusia merupakan bukti pesatnya perkembangan sains dan teknologi di bidang penggunaan dan pengolahan logam.

Pemanfaatan logam dalam setiap komponen mesin dan konstruksi bangunan tidak harus semuanya sama komponen atau bagian dibuat dari bahan yang sama, namun harus disesuaikan dengan sifat, kekuatan, dan penggunaan. Logam masih membutuhkan proses pengolahan, baik terhadap dimensi maupun sifat-sifat dasar yang dimilikinya dengan berbagai metode dan cara pengolahan serta pengerjaannya, agar diperoleh kondisi bahan komponen yang dianggap memiliki kemampuan sifat yang diinginkan pada aplikasinya.

Sifat bahan yang dimaksud adalah sifat fisis dan sifat mekanis. Sifat fisis mencakup kondisi fisik, komposisi, dan struktur mikro. Sedangkan sifat mekanis mencakup kekuatan tarik, modulus elastisitas, kemampuan muai, kekuatan tekan, kekuatan torsi, kekerasan, keuletan, kegetasan dan kehandalan.

Baja sendiri dapat didefinisikan sebagai suatu campuran antara besi dan karbon, dimana unsur karbon (C) menjadi dasar pencampurannya dengan kandungan 0,1 – 1,7 %. Di samping itu, mengandung unsur campuran lainya seperti sulfur (S) , fosfor (P), silikon (Si), dan mangan (Mn) yang kuantitasnya di batasi (Hari Amanto dan Daryanto, 1999:22)

Industri-industri logam yang telah berkembang saat ini telah mampu menghasilkan berbagai jenis baja yang peruntukannya khusus sesuai dengan fungsi dan tujuan penggunaannya. Baja karbon merupakan produk dari industri-industri logam. Baja karbon ini dibagi ke dalam tiga kelompok besar berdasarkan besarnya jumlah kandungan unsur karbon (C) di dalamnya , yaitu baja karbon tinggi, baja karbon sedang, dan baja karbon rendah yang ketiganya memiliki karakteristik dan penggunaan yang berbeda-beda Di lingkungan industri sering juga ditemui banyak komponen mesin atau alat mengalami perlakuan berat akibat adanya gesekan, puntiran, dan tekanan tinggi. Roda gigi, poros engkol, baut, ragum, serta alat perkakas lainnya merupakan contoh komponen atau alat yang terbuat dari baja karbon sedang. Komponen mesin atau alat yang mengalami perlakuan seperti diatas

dapat mengalami keretakan, distorsi, luka gesekan, dan keausan padahal baja sebagai bahan baku komponen tersebut keras dan solid.

Adanya perbaikan struktur mikro dan peningkatan sifat mekanis merupakan solusi tepat guna menghasil produk baja karbon yang mampu mencegah terjadinya kerusakan-kerusakan dari komponen mesin atau peralatan akibat perlakuan berat. Berbagai penelitian yang perlu dilakukan akan membantu terwujudnya perbaikan struktur mikro dan peningkatan sifat mekanis baja yang digunakan dalam pembuatan dan pemanfaatan di pemersinan.

Dalam penelitian ini, bahan yang akan diteliti adalah baja ASSAB 760 yang merupakan produk dari *Associated Swedish Steels AB (Assab Steels)* Stockholm, Swedia. Baja ASSAB 760 memiliki kandungan unsur utama berupa karbon (C) sebesar 0,50 %, sulfur (S) sebesar 0,04 %, silisium (Si) sebesar 0,30 %, dan mangan (Mn) sebesar 0,60 %. Baja ini mempunyai sifat mampu untuk dilakukan proses perlakuan panas untuk dapat memperoleh sifat mekanis yang lebih baik.

Perlakuan panas adalah proses untuk memperbaiki sifat-sifat dari logam dengan jalan memanaskan logam sampai pada temperatur tertentu yang cocok, kemudian

dibiarkan beberapa waktu pada saat itu, kemudian didinginkan ke temperatur yang lebih rendah dengan kecepatan pendinginan yang sesuai (Tata Surdia dan Kenji Chijiwa,1999:185). Melalui proses perlakuan panas ini maka sifat-sifat mekanis pada baja ASSAB 760 dapat ditingkatkan sesuai dengan tujuan penggunaanya.

Temperatur dalam proses perlakuan panas akan menentukan terhadap tingkat ketahanan dan kekuatan bahan. Apabila dengan pemanasan sampai suhu di daerah atau diatas daerah kritis akan terbentuk austenit yang merupakan larutan solid dari karbon dalam baja. Struktur austenit ini akan berubah menjadi martensit saat benda didinginkan. Sehingga sejauh mana terbentuk struktur martensit yang sempurna, maka peningkatan sifat mekanis baja ASSAB 760 akan tercapai.

*Holding time* atau waktu penahanan dilakukan untuk mendapatkan kekerasan maksimum dari suatu bahan pada proses perlakuan panas dengan menahan pada temperatur pengerasan untuk memperoleh pemanasan yang homogen sehingga struktur austenitnya homogen atau terjadi kelarutan karbida ke dalam austenit dan terjadi difusi karbon dengan unsur paduan.

Pengaruh laju pendinginan untuk mencapainya terbentuknya struktur

martensit hasil transformasi austenit. Martensit inilah yang akan menentukan seberapa jauh peningkatan sifat mekanis hasil perlakuan panas.

Sedang laju pendinginan itu sendiri akan sangat tergantung pada jenis media pendingin yang digunakan, karena masing-masing media pendingin memiliki karakteristik pendinginan berbeda.

*Quenching* adalah proses pendinginan cepat pada saat logam telah mengalami perlakuan panas hingga pada titik temperatur tertentu dengan kecepatan pendinginan tergantung media *quenching* yang digunakan. Media yang dapat digunakan ialah air, air garam, minyak pelumas, dan udara.

Pendinginan dengan menggunakan air akan memberikan daya pendinginan yang cepat dan apabila dilarutkan dengan garam dapur akan mempercepat turunnya temperatur benda kerja dan mengakibatkan bahan menjadi keras. Sedangkan pendinginan dengan minyak pelumas dan udara akan memberikan pendinginan yang lambat daripada air dan air garam. Salah satu jenis pelumas yang sering digunakan dalam perlakuan panas ialah oli Mesran SAE 40 yang sering di ditemui di industri maupun di bidang otomotif. Oli Mesran SAE 40 merupakan pelumas produksi PT Pertamina

dengan viskositas 40 pada temperatur 100 °C. Penggunaan pelumas sebagai media pendingin akan menyebabkan timbulnya selaput karbon pada spesimen tergantung dari besarnya viskositas pelumas.

Penelitian dilaksanakan dan mengarah pada tujuan yang sebenarnya, maka rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimanakah pengaruh variasi temperatur dengan media *quenching* oli Mesran SAE 40 terhadap perubahan struktur mikro dan kekerasan baja karbon ASSAB 760?
2. Bagaimanakah pengaruh variasi *holding time* dengan media *quenching* oli Mesran SAE 40 terhadap perubahan struktur mikro dan kekerasan baja karbon ASSAB 760?
3. Bagaimanakah interaksi antara variasi temperatur dan *holding time* dengan media *quenching* oli mesran SAE 40 terhadap struktur mikro dan kekerasan baja karbon ASSAB 760?

## **B. METODE PENELITIAN**

Metode penelitian menggunakan metode eksperimen dan merupakan jenis penelitian kuantitatif.

Metode penelitian eksperimen adalah suatu cara untuk mencari hubungan sebab

akibat (hubungan kausal) antara dua faktor yang sengaja ditimbulkan oleh peneliti dengan mengeliminasi atau mengurangi atau menyisihkan faktor-faktor lain yang mengganggu (Suharsimi Arikunto, 2006).

Suatu metode penelitian eksperimen didesain di mana variabel-variabel dapat dipilih dan variabel lain yang dapat mempengaruhi proses eksperimen itu dapat dikontrol secara teliti. Penelitian ini diadakan untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur dan *holding time* dengan media *quenching* oli Mesran SAE 40 terhadap struktur mikro dan kekerasan baja ASSAB 760.

Penelitian ini dilakukan pada baja karbon sedang yaitu baja ASSAB 760 yang diproduksi oleh Assab Steels, Stockholm, Swedia, sedangkan objek penelitian ini adalah variasi temperatur dan *holding time* dengan media *quenching* oli Mesran SAE 40.

Penelitian ini menggunakan analisis deskriptif sebagai teknik analisis data. Metode penelitian deskriptif adalah metode penelitian yang tidak dimaksudkan untuk menguji hipotesis tertentu, tetapi hanya menggambarkan tentang suatu variabel, gejala atau keadaan (Suharsimi Arikunto, 2006). Analisis deskriptif digunakan untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur dan

variasi *holding time* terhadap struktur mikro dan kekerasan baja ASSAB 760 dengan media *quenching* oli Mesran SAE 40. Analisis data ini dilakukan dengan menggambarkan hasil penelitian secara grafis dalam histogram, grafik dan foto struktur mikro yang menggambarkan hubungan antara variasi temperatur dan variasi *holding time* terhadap struktur mikro dan kekerasan baja ASSAB 760 dengan media *quenching* oli Mesran SAE 40.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Program Diploma Teknik Mesin Sekolah Vokasi, Universitas Gajah Mada, untuk proses perlakuan panas, foto struktur mikro dan uji tingkat kekerasan baja.

Pembuatan spesimen penelitian dilakukan di Laboratorium Pendidikan Teknik Mesin dengan alamat Jl. Ahmad Yani No. 200 Pabelan, Kartasura.

## **C. HASIL PENELITIAN**

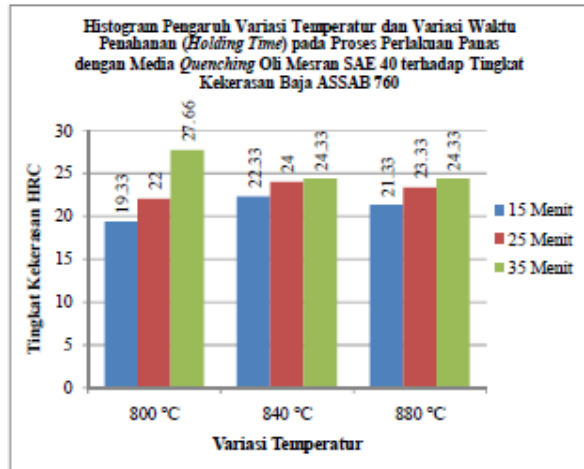
### **1) Tingkat Kekerasan**

Hasil rata-rata pengukuran tingkat kekerasan pada tiap spesimen perlakuan panas dapat dibaca pada tabel berikut :

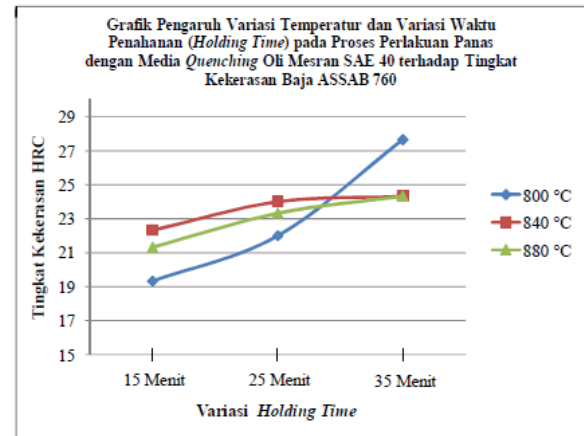
Tabel 1. Data Hasil Pengukuran Tingkat Kekerasan Rerata Baja ASSAB 760 (HRC)

Variasi Temperatur	Variasi Waktu Penahanan (Holding Time)		
	15 Menit	25 Menit	35 Menit
800 °C	19,33	22	27,66
840 °C	22,33	24	24,33
880 °C	21,33	23,33	24,33

Sedangkan untuk mendeskripsikan hasil penelitian ini maka digunakan histogram dan grafik perbandingan antar spesimen yang dihasilkan



Gambar 1. Histogram Pengaruh Variasi Temperatur Dan Holding Time Pada Proses Perlakuan Panas Terhadap Tingkat Kekerasan Baja ASSAB 760



Gambar 2. Grafik Pengaruh Variasi Temperatur dan Holding Time Pada Proses Perlakuan Panas Terhadap Tingkat Kekerasan Baja ASSAB 760

Dari gambar 1 dan 2 terdapat tiga kelompok spesimen perlakuan panas yang berbeda temperaturnya yaitu temperatur 800 °C, 840 °C dan 880° C yang memiliki waktu penahanan (*holding time*) yang sama selama 15 menit, 25 menit, dan 35 menit untuk setiap kelompok spesimen perlakuan panas. Semua spesimen pada setiap kelompok perlakuan panas di-*quench* menggunakan oli Mesran SAE 40.

Pada spesimen kelompok temperatur 800 °C dengan *holding time* 15 menit memiliki nilai kekerasan rata rata sebesar 19,33 HRC atau meningkat 141,62 % terhadap *raw material*. Nilai kekerasan pada spesimen temperatur 800 °C dengan *holding time* 25 menit di dapat nilai kekerasan rata-

rata sebesar 22 HRC meningkat 175,00 % terhadap *raw material*, serta meningkat 13,81 % terhadap spesimen temperatur 800 °C dengan *holding time* 15 menit. Tingkat kekerasan pada spesimen temperatur 800 °C dengan *holding time* 35 menit dapat dirata-rata sebesar 27,66 HRC meningkat 245,75 % terhadap *raw material*, meningkat 43,09 % terhadap spesimen temperatur 800 °C dengan *holding time* 15 menit, dan meningkat sebesar 25,72 % terhadap spesimen temperatur 800 °C dengan *holding time* 25 menit.

Nilai kekerasan pada kelompok spesimen temperatur 840 °C dengan *holding time* 15 menit dapat dirata-rata sebesar 22,33 HRC meningkat 179,12 % terhadap *raw material*. Nilai kekerasan pada spesimen temperatur 840 °C dengan *holding time* 25 menit di dapat nilai kekerasan rata-rata sebesar 24 HRC meningkat 200,00 % terhadap *raw material* dan meningkat pula 7,47 % terhadap spesimen temperatur 840 °C dengan *holding time* 15 menit. Nilai kekerasan pada spesimen temperatur 840 °C dengan *holding time* 35 menit dapat dirata-rata sebesar 24,33 HRC meningkat 204,12 % terhadap *raw material*, meningkat 8,95 % terhadap spesimen temperatur 840 °C dengan *holding time* 15 menit, dan meningkat pula sebesar 1,37 % terhadap

spesimen temperatur 840 °C dengan *holding time* 25 menit.

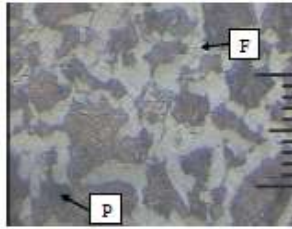
Nilai kekerasan pada kelompok spesimen temperatur 880 °C dengan *holding time* 15 menit dapat dirata-rata sebesar 21,33 HRC meningkat 166,62 % terhadap *raw material*. Nilai kekerasan pada spesimen temperatur 880 °C dengan *holding time* 25 menit di dapat nilai kekerasan rata-rata sebesar 23,33 HRC meningkat 191,62 % terhadap *raw material*, meningkat 9,38 % terhadap spesimen temperatur 880 °C dengan *holding time* 15 menit. Nilai kekerasan pada spesimen temperatur 880 °C dengan *holding time* 35 menit dapat dirata-rata sebesar 24,33 HRC meningkat 204,12 % terhadap *raw material*, meningkat 14,06 % terhadap spesimen temperatur 880 °C dengan *holding time* 15 menit dan meningkat pula sebesar 4,29 % terhadap spesimen temperatur 880 °C dengan *holding time* 25 menit.

## **2) Struktur Mikro**

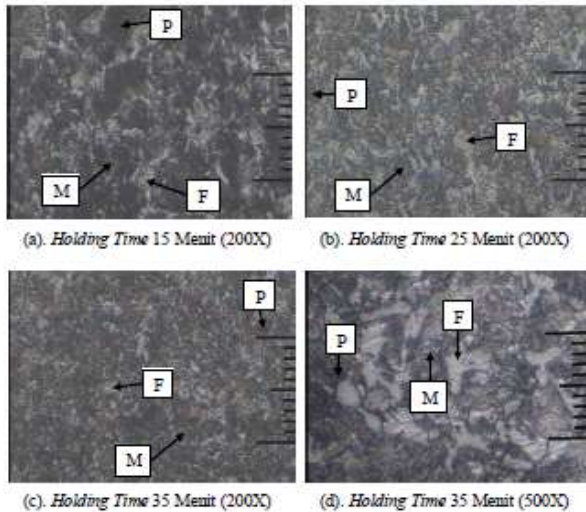
Foto struktur mikro pada spesimen uji merupakan hasil pengamatan dengan mikroskop optik sehingga dapat terlihat batas-batas butir yang terlihat. Struktur mikro pada hasil penelitian ini diambil dengan menggunakan mikroskop optik merk *olympus* dengan pembesaran 200X dan 500X pada beberapa spesimen.



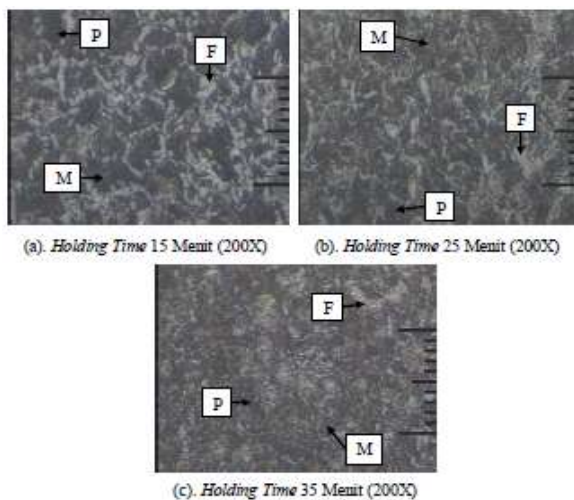
a. *Raw material*



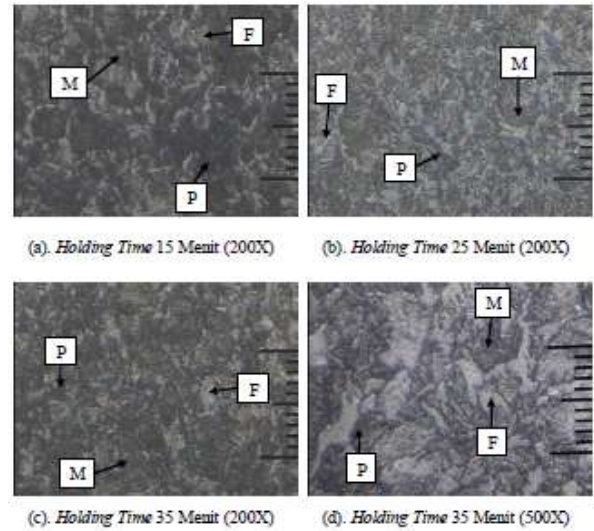
b. Kelompok Spesimen 800 °C



c. Kelompok Spesimen 840 °C



d. Kelompok Spesimen 880 °C



Keterangan : F = Ferrit, P = Perlit, M = Martensit

Pada hasil pengamatan struktur mikro pada setiap spesimen perlakuan panas kecuali *raw material* terdapat tiga struktur yaitu perlit, ferrit, dan martensit. Sedangkan pada *raw material* hanya terdapat dua struktur yaitu perlit dan ferrit. Dimana perlit berwarna gelap, ferrit berwarna putih dengan sifat lunak dan martensit berwarna coklat dan berbentuk jarum dengan sifat keras. Struktur perlit dan ferrit sendiri pada *raw material* terbentuk dari hasil pengecoran baja yang didinginkan dengan udara sampai suhu kamar sehingga menyebabkan pembentukan fasa perlit dan ferrit dengan ukuran butiran kristal besar-besar (kasar) menandakan bahwa kekerasan sedang (kadar karbon 0,50%).

Dari foto struktur mikro pada setiap spesimen perlakuan didapat pula pembentukan struktur mikro baru yaitu struktur martensit. Struktur dengan bentuk seperti jarum dan agak kecoklatan ini merupakan struktur yang diharapkan pada pengujian perlakuan panas ini, struktur ini nanti yang akan berperan pada sifat mekanis baja khususnya kekerasan. Untuk memperoleh struktur martensit yang keras maka pada saat pemanasan harus dapat terjadi pada struktur austenit (temperatur 760 °C), karena hanya austenit yang dapat bertransformasi menjadi martensit. Bila pada saat pemanasan masih terdapat struktur lain maka setelah didinginkan akan diperoleh struktur yang tidak seluruhnya martensit. Oleh karena itu penentuan temperatur dan lamanya *holding time* berperan penting terhadap pembentukan martensit.

Struktur martensit dapat terbentuk karena pada suhu 760 °C, material sudah berada pada suhu austenit tidak stabil yang pada proses pendinginan akan kembali menjadi ferrit, struktur karbon tersebut larut kedalam austenit, sedangkan ferrit hanya mampu melarutkan 0,025 % karbon, maka terbentuklah struktur ferrit diperlebar atau karbon dipaksa masuk atau larut dalam ferrit.

Martensit merupakan fasa metastabil terbentuk dengan laju pendinginan cepat, semua unsur paduan masih larut dalam keadaan padat. Pemanasan harus dilakukan secara bertahap (*preheating*) dan perlahan-lahan untuk memperkecil *deformasi* ataupun resiko retak. Setelah temperatur pengerasan tercapai, ditahan dalam selang waktu tertentu kemudian didinginkan cepat.

Pembentukan struktur keras martensit dan peningkatan kekerasan baja memiliki hubungan erat, apabila pembentukan martensit merata akibat homogenya austenit dan terjadinya kelarutan karbida serta adanya difusi karbon yang tepat maka tingkat kekerasan bertambah begitu pula sebaliknya. Hubungan erat antar martensit dan tingkat kekerasan ini tergantung dari pengaruh *preheating*, penetapan temperatur, lama waktu *holding time*, dan media *quenching*.

Tingkat kekerasan pada baja hasil perlakuan panas juga tergantung pada pembentukan struktur martensit, Dimana semakin kompleks dan merata penyebaran struktur martensit pada baja karena penentuan temperatur dan lama *holding time* yang tepat akan membiarkan austenit menjadi homogen dan terjadi difusi karbon yang tepat akan memaksimalkan peningkatan kekerasan sehingga dapat

disimpulkan bahwa semakin dominan jumlah pertumbuhan butir-butir martensit yang terbentuk maka kekerasan yang dihasilkan akan semakin meningkat pula namun baja akan bersifat rapuh dan getas karena ketangguhan baja menurun.

Kegetasan dan kerapuhan pada baja juga tergantung pada media *quenching* yang digunakan. Media *quenching* sangat berpengaruh terhadap laju pembentukan struktur martensit dan tingkat kekerasan. Penggunaan media pendingin dengan laju cepat akan menghasilkan tingkat kekerasan yang tinggi tetapi ketangguhan baja akan menurun. Oleh karena itu penggunaan media pendingin oli Mesran SAE 40 yang merupakan pendinginan sedang juga berpengaruh terhadap tingkat kekerasan baja sehingga baja mengalami peningkatan kekerasan yang cukup signifikan pada setiap spesimen perlakuan panas pada penelitian ini tanpa mengurangi ketangguhan secara drastis sehingga baja ini masih dapat dipergunakan dengan baik.

#### **D. HASIL PENELITIAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data dengan mengacu pada perumusan masalah, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:.

1. Perlakuan panas dengan pemberian variasi temperatur (800 °C, 840 °C, dan 880 °C) dengan media *quenching* oli Mesran SAE 40 membiarkan austenit menjadi homogen sehingga dapat meningkatkan kekerasan dan merubah struktur mikro baja ASSAB 760.
2. Pemberian variasi *holding time* (15 menit, 25 menit, dan 35 menit) dalam perlakuan panas dengan media *quenching* oli Mesran SAE 40 memberikan waktu untuk karbon berdifusi sehingga dapat meningkatkan kekerasan dan merubah struktur mikro baja ASSAB 760.
3. Dari hasil pengujian kekerasan, spesimen *raw material* memiliki kekerasan rata-rata sebesar 8 HRC sedangkan pada spesimen perlakuan panas didapatkan tingkat kekerasan rata-rata tertinggi pada spesimen temperatur 800°C dengan *holding time* 35 menit sebesar 27,66 HRC dan kekerasan rata-rata terendah pada spesimen temperatur 800 °C dengan *holding time* 15 menit sebesar 19,33 HRC.
4. Hasil pengujian kekerasan *Rockwell* tipe C pada kelompok spesimen temperatur 840 °C dan 880 °C memiliki perbedaan tingkat kekerasan namun peningkatan yang dihasilkan cenderung sama

meskipun *holding time* berbeda-beda, hal ini dikarenakan homogenitas austenit dan difusi karbon telah berada di posisi yang ideal untuk pembentukan struktur keras martensit.

5. Dari hasil pengamatan struktur mikro pada spesimen *raw material* di dapatkan struktur ferrit dan perlit kasar yang menunjukkan kekerasan spesimen *raw material* sedang pada kelompok spesimen perlakuan panas *hardening* terbentuk struktur martensit keras diantara struktur ferrit dan perlit halus. Kandungan martensit yang ada menunjukkan bahwa spesimen ini menjadi semakin keras sesuai dengan strukturnya namun karena kandungan martensit yang tidak lebih banyak dari ferrit dan perlit maka spesimen ini tidak menjadi terlalu getas.

## E. DAFTAR PUSTAKA

- Abrianto, A. 2008. "*Analisis Struktur Mikro dan Sifat Mekanik Baja Mangan Austenitik Hasil Proses Perlakuan Panas*". *Jurnal Teknik*, Vol. VII, No.2
- Akanbi, O. Y., Fadara, T. G., & Fadare, D. A. 2011. "*Effect of Heat Treatment on Mechanical Properties and Microstructures of NST 37-2 Steel*". *Journal of Minerals & Materials Characterization & Engineering*, Vol. 10, No.3, pp. 299-308.
- Al-Matsany, A. S. A. *Hardenability*. 2012. Malang.  
<http://blog.ub.ac.id/pertamaxxx/2012/03/2/hardenability/>
- Arifin, A. 2010. *Pengujian Kekerasan Material*. Palembang: Universitas Sriwijaya.  
<http://blog.unsri.ac.id/amir/material-teknik/pengujian-kekerasan-material/mrdetail/6808/>
- Armanto, H. & Daryanto. 1999. *Ilmu Bahan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Chijiwa, K. & Surdia, T. 1999. *Teknik Pengecoran Logam*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret. 2011. *Pedoman Penulisan Skripsi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret Press.
- Handayana, A. 2005. *Pengaruh Variasi Temperatur Austenit dan Jenis Media Pendingin pada Proses Hardening terhadap Tingkat Kekerasan Baja ASSAB 760*. Skripsi. Surakarta. Universitas Sebelas Maret.
- Htun, M. S., Kyaw, S. T., & Lwin, K. T. 2008. "*Effect of Heat Treatment on Microstructures and Mechanical Properties of Spring Steel*". *Journal of Metals, Materials and Minerals*, Vol.18 No.2 pp, 191-197.
- Huda, M. K. 2012. *Perlakuan Panas & Permukaan – Heat Treatment*. Malang.  
<http://blog.ub.ac.id/muhammadrul/2012/03/24/perlakuan-panas-permukaan-heat-treatment/>

- Malau, V., & Suhardi. 2002. "*Pengaruh Suhu Temper terhadap Struktur Mikro dan Sifat Mekanis Baja Karbon ASSAB 760*". *Teknosains*. 15 (2).
- Miftakhuddin, N. 2006. *Pengaruh Temper dengan Quench Media Oli Mesran SAE 20- 50 terhadap Karakteristik Medium Carbon Steel*. Skripsi. Semarang. Universitas Negeri Semarang.
- Pelumas Mesin Mobil Penumpang*. 2012. Pertamina.  
<http://www.pertamina.com/index.php/detail/read/pelumas-mesin-mobil-penumpang/>
- Prasmanda, M. A. 2012. *Heat Treatment*. Malang.  
<http://blog.ub.ac.id/prasmanda/>
- Prayitno, A., Inonu, I., & Dalil, M. 1999. "*Pengaruh Perbedaan Waktu Penahanan Suhu Stabil (Holding Time) terhadap Kekerasan Logam*". *Jurnal Natur Indonesia II*. (1), 12-17.
- Rohyana, S. 1999. *Pengetahuan dan Pengolahan Bahan*. Bandung: Humaniora Utama Press.
- Shodiqin. 2004. *Pengaruh Variasi Temperatur Pengerasan dan Variasi Waktu Penahanan (Holding Time) pada Proses Perlakuan panas terhadap Tingkat Kegetasan besi Tuang Maleabel*. Skripsi. Surakarta. Universitas Sebelas Maret.
- Sucahyo, B. 1995. *Ilmu Logam untuk SMK*. Surakarta: P.T. Tiga Serangkai.
- Sugiyono. 2011. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung. Alfabeta
- Suherman, W. 1998. *Perlakuan Panas*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Supardi, E. 1999. *Pengujian Logam*. Bandung: Angkasa.
- Syukron, A. 2011. *Isothermal Transformation Diagram*. Surabaya.  
<http://eregen.blogspot.com/2011/12/i Isothermal-transformation-diagram.html>
- Uji Kekerasan Rockwell*. 2011. Teknik Mesin1.  
<http://teknikmesin1.blogspot.com/2011/06/uji-kekerasan-rockwell.html>
- Wibowo, B. T. 2006. *Pengaruh Temper dengan Quenching Media Pendingin Oli Mesran SAE 40 terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Baja ST 60*. Skripsi. Semarang. Universitas Negeri Semarang.
- What is Hardness Tester (Uji Kekerasan) ???*. 2011. Jakarta : Alat Uji.  
<http://www.alatuji.com/article/detail/3/what-is-hardness-test-uji-kekerasan->
- Yogantoro, A. 2010. *Penelitian Pengaruh Variasi Temperatur Pemanasan Low Tempering , Medium Tempering dan High Tempering pada Medium Carbon Steel Produksi Pengecoran Batur-Klaten terhadap Struktur Mikro, Kekerasan dan Ketangguhan (Toughness)*. Tugas Akhir. Surakarta. Universitas Muhammadiyah Surakarta.